

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики
Направление подготовки Информатика и вычислительная техника
Кафедра ИПС

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка программных средств для задачи сравнения данных измерения температурных полей

УДК _____

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ИПС	Стоянов А.К.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента ИСГТ	Конотопский В.Ю.	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Акулов П.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Демин А.Ю.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Запланированные результаты обучения по программе

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО (ФГОС 3+), критерии АИОР, заинтересованных работодателей и студентов
Общепрофессиональные компетенции		
Р1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-1; ПК 3-6; ОК-4), критерий 5 АИОР (п. 1.1), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-5; ПК-7; ОК-7), критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-6; ПК-1,2; ОК-1,2), критерий 5 АИОР (п. 1.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.	Требования ФГОС 3+ (ОПК-3,4; ПК-11,12; ОК-3), критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Профессиональные компетенции		
Р5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.	Требования ФГОС 3+ (ПК-8-12; ОПК-2, ПК-7,6), критерий 5 АИОР (п. 1.3), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.	Требования ФГОС 3+ (ПК-1-7; ОПК-6; ОК-4,9), критерий 5 АИОР (п.1.4), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.	Требования ФГОС 3+ (ПК-13-19; ОПК-5; ОК-8), критерий 5 АИОР (п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Общекультурные компетенции		
Р8	Использовать на практике умения и навыки в	Требования ФГОС 3+

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВО (ФГОС 3+), критерии АИОР, заинтересованных работодателей и студентов
	организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.	(ОК-5,8; ОПК-1,6; ПК-6,7,11,12), критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 1.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС 3+ (ОК-2,9; ОПК-4; ПК-1), критерий 5 АИОР (п. 2.2), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-1,6; ОПК-2; ПК-1,2), критерий 5 АИОР (п. 2.4, п. 2.5), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.
Р11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.	Требования ФГОС 3+ (ОК-3,4,7; ОПК-3; ПК-7), критерий 5 АИОР (п. 2.6), соответствующий международным стандартам EUR-ACE и FEANI. Запросы студентов, отечественных и зарубежных работодателей.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт кибернетики
Направление подготовки (специальность) Информатика и вычислительная техника
Кафедра Информатики и проектирования систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович

Тема работы:

Разработка программных средств для задачи сравнения данных измерения температурных полей

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Обзор литературы • Объект и методы исследования; • Расчеты и аналитика; • Результаты проведенного исследования; • Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; • Социальная ответственность; • Заключение по работе.
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> •
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность, ресурсосбережение</p>	<p>Конотопский Владимир Юрьевич</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Акулов Павел Анатольевич</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Результаты проведенного исследования</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент кафедры ИПС</p>	<p>Стоянов Александр Кирилович</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8ВМ4Б</p>	<p>Гофман Александр Константинович</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович

Институт	ИК	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i>
2. <i>Сегментирование рынка</i>
3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i>
4. <i>Диаграмма FAST</i>
5. <i>Матрица SWOT</i>
6. <i>График проведения и бюджет НТИ</i>
7. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i>
8. <i>Потенциальные риски</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента ИСГТ	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович

Институт	ИК	Кафедра	ИПС
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	Информатика и вычислительная техника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Комплекс программ для обработки метеорологических массивов данных на основе кластеризации меры их близости. Области применения: поиск схожих по температурным колебаниям лет и выявление аномальных периодов по заданному образцу.</i>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.3. Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p>	<p><i>1.1. Вредные производственные факторы: микроклимат, освещение, шум, умственное напряжение, монотонность труда, длительное нахождение в одной позе.</i></p> <p><i>1.2. Опасные производственные факторы: электромагнитное излучение, электропоражение.</i></p> <p><i>1.3. Рекомендации по поддержанию микроклимата в помещении. Требования помещения по освещению. Меры по снижению шума. Меры по защите от психофизических факторов. Рекомендации по защите от электромагнитных излучений. Рекомендации по снижению возможности электропоражения.</i></p>
<p>2. Экологическая безопасность</p> <p>2.1. Анализ воздействия на окружающую среду</p> <p>2.2. Мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду</p>	<p><i>2.1. Классификация отходов, несущих опасность для окружающей среды.</i></p> <p><i>2.2. Технические мероприятия. Мероприятия, обеспечивающие снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.</i></p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p> <p>3.1. Вероятные чрезвычайные ситуации</p> <p>3.2. Пути решения и минимизация последствий</p>	<p><i>3.1. Вероятные чрезвычайные ситуации: землетрясение, пожар.</i></p> <p><i>3.2. Мероприятия по снижению вероятности возникновения пожара. Действия при землетрясении.</i></p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p> <p>4.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства</p> <p>4.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</p>	<p><i>4.1. Обязательства работодателя в отношении работников, занятых на работах с ПЭВМ. Аттестация рабочих мест. Виды компенсаций за воздействия вредных факторов. Медико-профилактические мероприятия.</i></p> <p><i>4.2. Организация рабочего места.</i></p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Акулов Петр Анатольевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ4Б	Гофман Александр Константинович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 83 с., 8 рис., 22 табл., 14 источников, 6 прил.

Ключевые слова: рекуррентная нейронная сеть, кластеризация, одномерное отображение, нейрон, расстояние Кульбака-Лейблера, температурное распределение.

Объектом исследования является разработка программных средств для задачи сравнения данных измерения температурных полей.

Цель работы - исследование возможности сравнения данных измерения температурных полей с помощью кластеризации мер их близости.

В процессе исследования проводились: кластеризация данных с 818 метеостанций за 56 летний период наблюдения; разработка алгоритма обработки и сравнения годовых колебаний температур.

В результате исследования было разработаны программные средства для сравнения годовых колебаний температур.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: программа разработана на языке программирования C# для платформы .NET Framework 2.0 и выше, имеет модульную структуру. Предназначена для работы под управлением ОС Windows 7, 8, 10.

Степень внедрения: разработанные программные средства используются в качестве модуля в научных исследованиях кафедры ИПС, связанных с анализом и сравнением годовых колебаний температур.

Область применения: поиск аномальных годовых колебаний температур.

Экономическая эффективность работы отсутствует.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Метеорологические данные: Набор данных получаемых путём наблюдения климатических явлений, в нашем случае выбран спектр температурных составляющих.

Оглавление

Введение					12
1	Обзор				литературы
	Ошибка! Закладка не определена.				
2	Объект	и	методы		исследования
	Ошибка! Закладка не определена.				
2.1	Исходные				материалы
	Ошибка! Закладка не определена.				
2.2	Постановка				задачи
	Ошибка! Закладка не определена.				
2.3	Обоснование и выбор пакетов прикладных программ и средств программирования				
	Ошибка! Закладка не определена.				
3	Расчёт		и		аналитика
	Ошибка! Закладка не определена.				
3.1	Описание алгоритма анализа метеорологических данных на основе кластеризации меры их близости				
	Ошибка! Закладка не определена.				
3.2	Описание алгоритма кластеризации метеорологических данных				
	Ошибка! Закладка не определена.				
3.3	Мера близости				
	Ошибка! Закладка не определена.				
3.4	Программная реализация алгоритма				
	Ошибка! Закладка не определена.				
4	Результаты		проведенного		исследования
	Ошибка! Закладка не определена.				
4.1	Корреляционное сравнение полей измерений температуры				
	Ошибка! Закладка не определена.				
4.2	Кластеризация данных измерений температуры				
	Ошибка! Закладка не определена.				
4.3	Корреляционное сравнение относительных мощностей кластеров значений температуры				
	Ошибка! Закладка не определена.				
4.4	Информационное сравнение значений полей измерений по относительным мощностям кластеров				
	Ошибка! Закладка не определена.				
5	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение				14
5.1	Организация и планирование работ				14
5.2	Расчет сметы затрат на выполнение проекта				20
5.3	Оценка экономической эффективности проекта				26
5.4	Оценка научно-технического уровня НИР				26
6	Социальная				ответственность
	Ошибка! Закладка не определена.				
6.1	Производственная				безопасность
	Ошибка! Закладка не определена.				

6.2	Экологическая	безопасность
	Ошибка! Закладка не определена.	
6.3	Безопасность в чрезвычайных	ситуациях
	Ошибка! Закладка не определена.	
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения	безопасности
	Ошибка! Закладка не определена.	
Заклучение		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Список публикаций		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Список используемых источников		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение А		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение Б		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение В		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение Г		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение Д		
	Ошибка! Закладка не определена.	
Приложение Е		
	Ошибка! Закладка не определена.	

Введение

Обработка данных полученных с точек контроля погоды и формирование на основе полученных данных массивов метеорологических данных является актуальной задачей искусственного интеллекта в таких областях применения, как системы наблюдения за погодными явлениями, прогнозирование и др.

На данный момент в области обработки метеорологических представлено множество вариантов решения. В большом разнообразии алгоритмов, созданных для этой задачи, будет использоваться подход

основываться на предобработке температурных полей двумя нейронными сетями.

В основу предлагаемого метода положен процесс распознавания нечётких дубликатов изображения. Понятие «нечёткий дубликат» означает неполное совпадение объекта с другим объектом подобного класса. В общем случае природа объекта не имеет значения. Основные этапы процесса распознавания нечёткого дубликата сводятся к следующему. Пусть есть числовой ряд, отражающий зависимость некоторой характеристики исследуемого объекта от времени, координаты и т. п. Значения элементов этого ряда кластеризуются с помощью рекуррентной нейронной сети. Далее вычисляются мощности полученных кластеров, как отношение числа элементов каждого кластера к общему числу элементов исследуемого ряда. Полученные значения мощностей кластеров ранжируются, то есть сортируются в порядке убывания их величин. Зависимость значения мощности кластера от его порядкового номера в убывающем ряду и является искомым ранговым распределением. Такое распределение широко используется при ранговом анализе технических и физических систем.

Задачей является разработка алгоритма для анализа температурных массивов данных на основе кластеризации меры их близости, и создание программных средств, реализующих данный алгоритм.

В данном исследовании объектом является массив данных за год с 818 станций северного полушария, а предметом кластеризация мер близости.

В ходе исследования были разработаны программные средства, которые используются в научных исследованиях кафедры ИПС.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Организация и планирование работ

Перечень этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

№ раб	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение	НР	НР – 100%

	исходных данных		
2	Составление и утверждение технического задания	НР	НР – 100%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 40% И – 100%
4	Календарное планирование работ по теме	НР, И	НР – 100% И – 15%
5	Разработка алгоритма для решения задачи	НР, И	НР – 20% И – 100%
6	Проектирование общей структуры программы	НР, И	НР – 60% И – 100%
7	Кодирование	И	И – 100%
8	Отладка и тестирование программы	И	И – 100%
9	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%

5.1.1 Продолжительность этапов работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}, \quad (10) \quad \text{где } t_{min} \text{ – минимальная продолжительность}$$

работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн..

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (11)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности ($K_{ВН} = 1$).

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1,1$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К}, \quad (12)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (13)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные дни;

$T_{ПД}$ – праздничные дни.

$$T_{К} = \frac{366}{366 - 117} = 1,469$$

Таблица 7 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$		$T_{КД}$	
					НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	1	5	2,6	2,86	–	4,2	–
Составление и утверждение технического задания	НР	1	4	2,2	2,42	–	3,55	–
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	9	14	11	4,84	12,1	7,1	17,77
Календарное планирование работ по теме	НР, И	1	3	1,8	1,98	0,297	2,9	0,43
Разработка алгоритма для решения задачи	НР, И	8	14	10,4	2,288	11,44	3,36	16,8
Проектирование общей структуры программы	НР, И	4	9	6	3,96	6,6	5,81	9,69
Кодирование	И	13	23	17	–	18,7	–	27,47
Отладка и тестирование программы	И	5	10	7	–	7,7	–	11,31
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	3	7	4,6	–	5,06	–	7,43
Итого:				62,6	18,34	61,89		

Таблица 8 – Линейный график работ

Этап	НР	И	Март			Апрель			Май			Июнь	
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	2,86	–	■										
2	2,42	–	■	■									
3	4,42	12,1		■	■								
4	1,98	0,297			■								
5	2,28	11,44			■	■							
6	3,96	6,6					■	■					
7	–	18,7						■	■	■			
8	–	7,7								■	■		
9	–	5,06									■	■	

НР – ■ ■

5.1.2 Расчет накопления готовности проекта

Цель данного пункта – оценка текущих состояний (результатов) работы над проектом. Величина накопления готовности работы показывает, на сколько процентов по окончании текущего (i-го) этапа выполнен общий объем работ по проекту в целом.

Введем обозначения:

- $TR_{\text{общ}}$ – общая трудоемкость проекта;
- TR_i (TR_k) – трудоемкость i-го (k-го) этапа проекта, $i = \overline{1, I}$;
- TR_i^H – накопленная трудоемкость i-го этапа проекта по его завершении;
- TR_{ij} (TR_{kj}) – трудоемкость работ, выполняемых j-м участником на i-м этапе, здесь $j = \overline{1, m}$ – индекс исполнителя, в нашем примере $m = 2$.

Степень готовности определяется формулой:

$$CG_i = \frac{TR_i^H}{TR_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TR_k}{TR_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_{j=1}^m TR_{km}}{\sum_{k=1}^I \sum_{j=1}^m TR_{km}} \quad (14)$$

Применительно к таблице 10 величины TR_{ij} (TR_{kj}) находятся в столбцах (6, $j = 1$) и (7, $j = 2$). $TR_{\text{общ}}$ равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов.

Таблица 9 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	$TR_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка целей и задач, получение исходных данных	3,564307	3,33998
Составление и утверждение технического задания	3,015952	6,580259
Подбор и изучение материалов по тематике	21,11167	27,69192
Календарное планирование работ по теме	2,837737	30,52966
Разработка алгоритма для решения задачи	17,10867	47,63833

Продолжение таблицы 9

Проектирование общей структуры программы	13,16052	60,79885
Кодирование	23,30508	84,10394
Отладка и тестирование программы	9,596211	93,70015
Оформление расчетно-пояснительной записки	6,306082	100

5.2 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

5.2.1 Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб.

включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Результаты представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Лицензия Microsoft Visual Studio 2015	26 394	1 экз.	26 394
Бумага для принтера формата А4	250	1 уп.	250
Картридж для принтера	1550	1 шт.	1550
Итого:			28194

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны $C_{\text{мат}} = 28144 * 1,05 = 29551,2$ руб.

5.2.2 Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25 \quad (15)$$

Расчеты затрат на полную заработную плату приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Затраты на заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	дневная ставка руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	23 264,86	1121,198	18	1,699	34288,48
И	4 874,45	716,84	62	1,62	71999,41
Итого:					106287,89

Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 10. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{ПР} = 1,1$; $K_{доп.ЗП} = 1,188$; $K_p = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{и} = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699$.

5.2.3 Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е. $C_{соц.} = C_{зп} * 0,3$. Итак, в нашем случае $C_{соц.} = 100059,05 * 0,3 = 30017,71$ руб.

5.2.4 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{эл.об.} = P_{об} \cdot t_{об} \cdot Ц_{э}, (2)$$

где $P_{об}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{э}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{об}$ – время работы оборудования, час.

Для ТПУ ЦЭ = 5,257 руб./кВт·час (с НДС).

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 2 для инженера (ТРД) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{об} = T_{рд} * K_t, (16)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{рд}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{об}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования ($K_t = 0,7$).

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{об} = P_{ном.} * K_C, (17)$$

где $P_{ном.}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $\mathcal{E}_{об}$, руб.
Персональный компьютер	567,44*0,7	0,4	835,25
Струйный принтер	30	0,1	15,77
Итого:			851,02

5.2.5 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта.

Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A * Ц_{OB} * t_{рф} * n}{F_D}, (3)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$Ц_{OB}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Для ПК в 2016 г. (249 рабочих дней при пятидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 249 * 8 = 1992$ часа;

Стоимость ПК 40000 руб., время использования 496 часов, тогда $C_{AM}(ПК) = ((1/2,5) * 40000 * 496 * 1) / 1992 = 3983,9$ руб. Итого начислено амортизации для исполнителя 3983,9 руб.

Для научного руководителя рассчитывается шестидневная рабочая неделя. Для ПК в 2016 г. (300 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 300 * 8 = 2400$ часа;

Стоимость ПК 40000 руб., время использования 144 часов, тогда $C_{AM}(ПК) = ((1/2,5) * 40000 * 144 * 1) / 2400 = 960,0$ руб. Итого начислено амортизации для научного руководителя 960,0 руб.

Суммарная амортизация составила 4943,9 руб.

5.2.6 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е.

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{нп}}) \cdot 0,1 \quad (4)$$

$$C_{\text{проч.}} = (29603,7 + 100059,05 + 30017,71 + 851,02 + 4264,74) \cdot 0,1 = 16479,62 \text{ руб.}$$

5.2.7 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка программных средств для задачи распознавания изображений лиц на основе кластеризации меры их близости». Общая себестоимость проекта представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Материалы и покупные изделия	$C_{\text{мат}}$	29551,2
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	106287,89
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	31886,37
Расходы на электроэнергию	$C_{\text{эл.}}$	851,02
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	4943,9
Прочие расходы	$C_{\text{проч}}$	17255,24
Итого:		190775,6

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 190775,6$ руб.

5.2.8 Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может

определяться различными способами. Если исполнитель работы не располагает данными для применения «сложных» методов, то прибыль следует принять в размере $5 \div 20 \%$ от полной себестоимости проекта. В нашем примере она составляет 37961,52 руб. (20 %) от расходов на разработку проекта.

5.2.9 Расчет НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это $(190775,6 + 37961,52) * 0,18 = 41172,68$ руб.

5.2.10 Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 190775,66 + 37961,52 + 41172,68 = 269909,86 \text{ руб.}$$

5.3 Оценка экономической эффективности проекта

Оценка экономической эффективности данного проекта невозможна, так как разработка ведётся в научно-исследовательских целях.

5.4 Оценка научно-технического уровня НИР

Научно-технический уровень характеризует влияние проекта на уровень и динамику обеспечения научно-технического прогресса в данной области. Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности, планируемых и выполняемых НИР, используется метод балльных оценок. Балльная оценка заключается в том, что каждому фактору по принятой шкале присваивается определенное количество баллов. Обобщенную оценку проводят по сумме баллов по всем показателям. На ее основе делается вывод о целесообразности НИР.

Сущность метода заключается в том, что на основе оценок признаков работы определяется интегральный показатель (индекс) ее научно-технического уровня по формуле:

$$K_{НТУ} = \sum_{i=1}^3 R_i \cdot n_i, (20)$$

где $I_{НТУ}$ – интегральный индекс научно-технического уровня;

R_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

n_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта, в баллах.

Таблица 14 – Весовые коэффициенты признаков НТУ

Признаки научно-технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	R_i
Уровень новизны	Систематизируются и обобщаются сведения, определяются пути дальнейших исследований	00,4
Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	00,1
Возможность реализации	Время реализации в течение первых лет	00,5

Таблица 1 – Баллы для оценки уровня новизны

Уровень новизны	Характеристика уровня новизны – n_1	Баллы
Принципиально новая	Новое направление в науке и технике, новые факты и закономерности, новая теория, вещество, способ	8 – 10

Продолжение таблицы 15

Новая	По-новому объясняются те же факты, закономерности, новые понятия дополняют ранее полученные результаты	5 – 7
-------	--	-------

Относительно новая	Систематизируются, обобщаются имеющиеся сведения, новые связи между известными факторами	2 – 4
Не обладает новизной	Результат, который ранее был известен	0

Таблица 2 – Баллы значимости теоретических уровней

Теоретический уровень полученных результатов – n_2	Баллы
Установка закона, разработка новой теории	10
Глубокая разработка проблемы, многоспектральный анализ взаимодействия между факторами с наличием объяснений	8
Разработка способа (алгоритм, программа и т. д.)	6
Элементарный анализ связей между фактами (наличие гипотезы, объяснения версии, практических рекомендаций)	2
Описание отдельных элементарных факторов, изложение наблюдений, опыта, результатов измерений	0,5

Таблица 3 – Возможность реализации результатов по времени

Время реализации – n_3	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2

Так как все частные признаки научно-технического уровня оцениваются по 10-балльной шкале, а сумма весов R_i равна единице, то величина интегрального показателя также принадлежит интервалу $[0, 10]$. В таблице 18 указано соответствие качественных уровней НИР значениям показателя.

Таблица 4 – Соответствие качественных уровней НИР значениям показателя

Уровень НТЭ	Показатель НТЭ
Низкий	1-4
Средний	4-7
Высокий	8-10

Частные оценки уровня n_i и их краткое обоснование даны в таблице 19.

Таблица 5 – Оценки научно-технического уровня НИР

Значимость	Фактор НТУ	Уровень фактора	Выбранный балл	Обоснование выбранного балла
0,4	Уровень новизны	Относительно новая	4	Увеличение эффективности обработки метеорологических данных
0,1	Теоретический уровень	Разработка способа	6	Описание алгоритма поиска по спектру метеорологических данных
0,5	Возможность реализации	В течение первых лет	10	Лёгкое внедрение

Отсюда интегральный показатель научно-технического уровня для нашего проекта составляет:

$$I_{\text{нту}} = 0,4*4 + 0,1*6 + 0,5*10 = 1,6 + 0,6 + 5 = 7,2$$

Таким образом, исходя из данных таблицы 19, данный проект имеет средний уровень научно-технического эффекта.